

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 29 日 (29.01.2004)

PCT

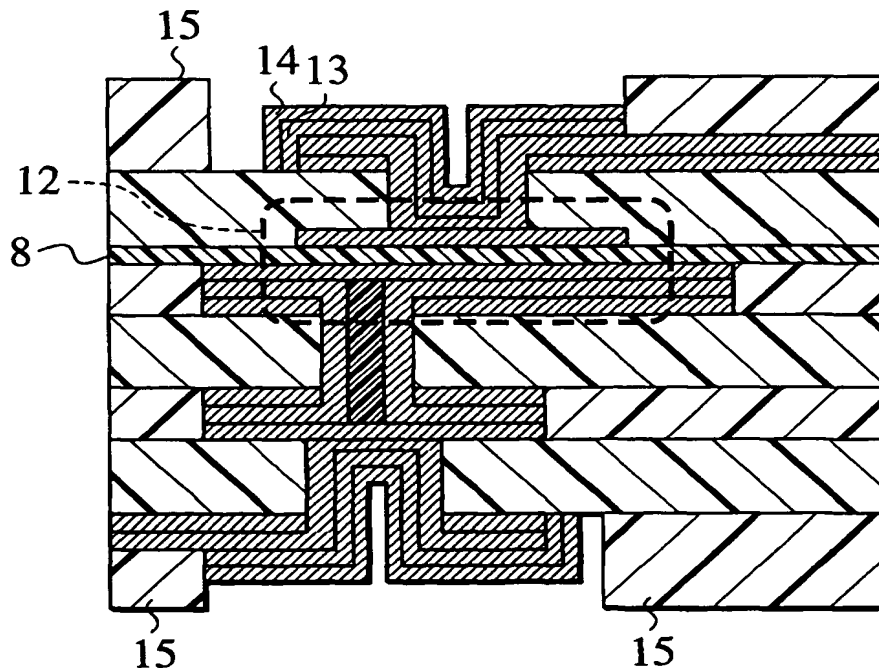
(10) 国際公開番号  
WO 2004/010751 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H05K 1/16, [JP/JP]; 〒163-0449 東京都 新宿区 西新宿二丁目1番1号 Tokyo (JP).  
3/46, H01F 17/00, H01G 4/40, 4/18
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/006860 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 島田 靖 (SHI-MADA, Yasushi) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 平田 善毅 (HIRATA, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 栗谷 弘之 (KURIYA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒163-0449 東京都 新宿区 西新宿二丁目1番1号 日立化成工業株式会社内 Tokyo (JP). 大塚 和久 (OTSUKA, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 山口 正憲 (YAMAGUCHI, Masanori) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 島山 裕一 (SHI-MAYAMA, Yuichi) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市
- (22) 国際出願日: 2003 年 5 月 30 日 (30.05.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-209650 2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002) JP  
特願2002-209639 2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002) JP  
特願2002-259291 2002 年 9 月 4 日 (04.09.2002) JP  
特願2002-259284 2002 年 9 月 4 日 (04.09.2002) JP  
特願2002-324238 2002 年 11 月 7 日 (07.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立化成工業株式会社 (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.)

[続葉有]

(54) Title: MULTILAYER WIRING BOARD, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, SEMICONDUCTOR DEVICE AND RADIO ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 多層配線板、およびその製造方法、ならびに半導体装置および無線電子装置



(57) Abstract: A multilayer wiring board exhibiting excellent moldability and having a capacitor where variation of capacitance is suppressed, its producing method, a semiconductor device mounting a semiconductor chip on the multilayer wiring board, and a radio electronic device mounting the semiconductor device.

[続葉有]



大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 斑目 健 (MADARAME,Ken) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 水嶋 悦男 (MIZUSHIMA,Etsuo) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 下館事業所内 Ibaraki (JP). 近藤 裕介 (KONDOU,Yuusuke) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP). 山本 和徳 (YAMAMOTO,Kazunori) [JP/JP]; 〒308-8521 茨城県 下館市 大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和 (MIYOSHI,Hidekazu); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門一丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書  
— 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明は、容量ばらつきが小さなコンデンサを有し、かつ成型性の優れた多層配線板、該多層配線板の製造方法、該多層配線板に半導体チップを搭載した半導体装置、および該半導体装置を搭載した無線電子装置を提供する。

## 明 細 書

多層配線板、およびその製造方法、ならびに半導体装置および無線電子装置

5

## 技術分野

本発明は、コンデンサを有する多層配線板およびその製造方法、ならびに該多層配線板に半導体チップを搭載した半導体装置および該半導体装置を搭載した無線電子装置に関する。

10

## 背景技術

近年、電子機器の発達にともない、電子部品の高性能化に加えて、小型化と軽量化の要求がますます厳しくなっている。特に携帯電話に代表される携帯無線電子機器においてはその利便性の追求からその要求が顕著である。このような背景から、半導体チップや受動素子を効率良く搭載するために、多層配線板が用いられてきた。これまでは、配線ライン幅の細線化等の高密度配線化が主流であったが、実装する部品点数を低減するためにコンデンサに代表される受動部品内蔵が求められてきている。

20 多層配線板にコンデンサを内蔵化する技術としては、高誘電率無機材料を焼成して誘電体層を形成する技術、高誘電率無機材料と樹脂材料を複合化させて誘電体層を形成する技術（例えば、米国特許第5 1 6 2 9 7 7号）、スパッタなどのプロセスを用いて薄膜の誘電体層を形成する技術などが公知となっている。

25 高誘電率無機材料を焼成して誘電体層を形成する技術としては、基板絶縁材料と同時に焼成するのに適した高誘電率材料を用いる例（日本国特許公開5－5 5 0 7 9号、エレクトロニクス実装学会誌第4巻第2号1 4 5～1 4 9頁参照）があり、また、薄膜の誘電体層を形成する技術としては、半導体スパッタ技術を応用して樹脂基板中にコンデンサを内蔵化した例（エレクトロニクス実装学会誌第4巻第7号5 9

0～596頁参照)がある。

- 高誘電率無機材料と樹脂材料を複合化させて誘電体層を形成する技術を用いた多層配線板は、高温焼結工程やスパッタ工程がなく、経済的に優れている。樹脂を用いた多層配線板用途に数多くの高誘電率無
- 5 機材料と樹脂との複合材料が提案されている(例えば、J o u r n a l o f M a t e r i a l s S c i e n c e : M a t e r i a l s i n E l e c t r o n i c s 第11巻253～268頁参照)。また、コンデンサを多層配線板内に製造する方法は、使用する材料の形態によって異なるが、例えば、従来の多層配線板の製造法(E m b e d d e d D e c o u p l i n g C a p a c i t a n c e P r o j e c t F i n a l R e p o r t 3-1～6 (N a t i o n a l C e n t e r f o r M a n u f a c t u r i n g S c i e n c e s) 参照)や感光性を有する高誘電率材料を用いた多層配線板の製造法(“I n t e g r a t i o n o f T h i n F i l m
- 10 P a s s i v e C i r c u i t s U s i n g H i g h / L o w D i e l e c t r i c C o n s t a n t M a t e r i a l s”, E l e c t r o n i c C o m p o n e n t s a n d T e c h n o l o g y C o n f e r e n c e (1997) 739～744頁参照)が挙げられる。
- 20 高誘電率材料として高誘電率フィラーを高充填した樹脂コンポジット材を用いたコンデンサを内蔵してなる多層配線板において、コンデンサをコア層として積層し、その層構成を対称とした場合、コア層の両面をパターニングしなければならないが、上記樹脂コンポジット材を用いたコンデンサは破断強度および加工性に問題が生じ易いため、
- 25 コア層の片側ずつパターニングして積層しなければならず、通常の高層配線板の製造よりもコスト高となっていた。また、上記多層配線板において、絶縁層をコア層とした場合、コア層に対して対称に高誘電率材料を積層した場合にはその反りが小さいが、非対称に積層した場合には反りが大きくなってしまいうという問題があった。すなわち、コ
- 30 ア層を除く任意の層にコンデンサを配置して、反り量の小さな多層配

線板を得ることは極めて困難なことであり、したがって、従来、この問題に対してはコンデンサをコア層に対して対称となるように設け、その反りを小さくせざるを得なかった。

しかしながら、高価な材料であるコンデンサを対称に配置、積層して反りを小さくする方法では、余分にコンデンサが必要となり、経済的に好ましくない上、多層配線板の設計自由度が制限される。

また、コンデンサの重要な特性である容量は、コンデンサの誘電体の比誘電率に比例し、誘電体厚みに反比例する。すなわち、同じ材料でコンデンサの容量を大きくするためには、高誘電率材料の厚みを薄くする必要性が生じる。上記文献で示されたような従来の方法では、高誘電率材料を薄くすると取り扱い性が低下し、製造歩留まりが悪かった。また、ビルドアップ基板材料である接着剤付き銅箔のように、高誘電率材料を銅箔にキャストイングして用いる方法もあるが、内層回路基板と積層一体化する際の内層回路パターンの充填性と厚み制御が大きな問題であった。

また、コンデンサの重要な特性である容量は、コンデンサの対向電極面積にも比例する。すなわち、製造時の容量ばらつきを抑制するためには、対向電極面積のばらつきを小さくすることが必要となる。しかし、高誘電率材料を含むものからなる絶縁層に対向するコンデンサ電極の形成において、該絶縁層を覆った金属箔を所望のパターンにエッチング除去して、あらかじめ形成した電極と対向するコンデンサ電極を形成する方法では、金属箔のエッチングばらつきにより、コンデンサの対向電極面積が変化し、コンデンサ容量にばらつきが発生してしまうという問題がある。また、対向電極のずれによるコンデンサ容量のばらつきも問題となっていた。

さらに、受動素子を多用する高周波回路向け多層配線板においては、コンデンサ以外の受動素子としてインダクタを基板に効率良く内蔵する技術も求められている。さらに、高周波回路向け多層配線板では、伝送損失の低減も併せて求められている。

## 発明の開示

本発明の多層配線板は、複数の絶縁層と、複数の導体層と、複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも1つの絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、高誘電率材料硬化物の、25℃、1MHzにおける比誘電率が20～100、厚みが0.1～30μmであることを第1の特徴とするものである。

第1の特徴を有する本発明の多層配線板によれば、コンデンサの誘電体となる高誘電率材料層を薄くすることで、層構成の対称、非対称にかかわらず、多層配線板の反りを低減することが可能であり、さらには、コア層を除く任意の層にコンデンサを内蔵させることができるため設計自由度の大きな改善を図ることができる。また、必要最低限のコンデンサのみで済むため、コストを低減させることができる。また、高誘電率材料の厚みを薄くしたため、誘電体厚みに反比例するコンデンサ容量を大きくすることができる。

また、本発明の多層配線板は、複数の絶縁層と、複数の導体層と、複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも1つの絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、電極を含む導体パターン間の凹部に高誘電率材料と異なる絶縁材料が充填され、該導体パターン表面と充填された絶縁材料表面とが平坦化されていることを第2の特徴とするものである。

従来のコンデンサ内蔵多層配線板においては、導体パターン間の凹部に絶縁樹脂を充填していないため、高弾性である高誘電材料層の厚みが厚くなり、その結果、コンデンサの容量ばらつきが大きくなる傾向であったのに対して、第2の特徴を有する本発明の多層配線板によれば、上述のように導体パターン間の凹部をあらかじめ絶縁樹脂で充填し、高誘電材料層が形成される基板表面を平坦化するため、高誘電材料層を薄く、かつ厚み精度良く設けることができ、コンデンサの容量ばらつきを小さくすることが可能となる。

また、本発明の多層配線板は、複数の絶縁層と、複数の導体層と、  
複数の導体層を電氣的に接続する導体化された穴と、少なくとも1層  
の絶縁層の比誘電率が25℃、1MHzにおいて20～100の高誘  
電率材料を含むものからなり、該絶縁層の上下面に電極を形成してな  
5 るコンデンサと、を有する多層配線板であって、対向する電極の少な  
くとも片側の厚みが1～18μmの範囲であることを第3の特徴とす  
るものである。

第3の特徴を有する本発明の多層配線板によれば、導体層厚みを限  
定することでパターンニングの精度が向上し、エッチングばらつきを低  
10 減することができ、さらには容量ばらつき、位置ずれや寸法ばらつき  
をも抑制することが可能となる。

また、本発明は、複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導  
体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含  
む少なくとも1つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデ  
15 ンサとを有する多層配線板の製造方法であって、前記電極の一方を含  
む導体パターンを形成する工程と、前記導体パターン間の凹部に前記  
高誘電率材料と異なる絶縁材料を充填、硬化する工程と、研磨により  
前記導体パターンの表面と該導体パターン間の凹部に充填、硬化され  
た絶縁材料表面とを平坦にする工程と、半硬化状態の前記高誘電率材  
20 料を備えた金属箔を加熱積層する工程と、を少なくとも含むことを特  
徴とする多層配線板の製造方法を提供する。

また、本発明は、複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導  
体層を電氣的に接続する導体化された穴と、少なくとも1層の前記絶  
縁層の比誘電率が25℃、1MHzにおいて20～100の高誘電率  
25 材料を含むものからなり、該絶縁層の上下面に電極を形成してなるコ  
ンデンサと、を有する多層配線板の製造方法であって、導体パターン  
形成時、感光性レジストのパターン露光面積を1～250cm<sup>2</sup>/回  
として、同一基板内に複数回露光することを特徴とする多層配線板の  
製造方法を提供する。

30 また、本発明は、上記多層配線板または上記の製造方法により製造

された多層配線板に半導体チップが搭載されていることを特徴とする半導体装置を提供する。

また、本発明は、上記半導体装置が搭載されたことを特徴とする無線電子装置を提供する。

- 5      本出願は、同出願人により先にされた日本国特許出願、すなわち、  
2002-209639号(出願日2002年7月18日)、2002-  
209650号(出願日2002年7月18日)、2002-259  
284号(出願日2002年9月4日)、2002-259291号(出  
願日2002年9月4日)、2002-324238号(出願日200  
10    2年11月7日)に基づく優先権主張を伴うものであって、これらの  
明細書を参照のためにここに組み込むものとする。

#### 図面の簡単な説明

- Fig. 1    本発明の多層配線板の一形態を示す断面図。
- 15    Fig. 2    本発明の多層配線板の製造方法の一例を示す断面図。
- Fig. 3    曲率 $\kappa$ を求めるために必要な $L$ 、 $l$ 、 $h$ を示す配線板  
の模式図。
- Fig. 4    実施例10および16～19により作製されたコンデ  
ンサ電極の構造を示す断面図。
- 20    Fig. 5    実施例11により作製されたコンデンサ電極の構造を  
示す断面図。
- Fig. 6    実施例12により作製されたコンデンサ電極の構造を  
示す断面図。
- Fig. 7    実施例13により作製されたコンデンサ電極の構造を  
25    示す断面図。
- Fig. 8    実施例14により作製されたコンデンサ電極の構造を  
示す断面図。
- Fig. 9    実施例15により作製されたコンデンサ電極の構造を  
示す断面図。
- 30    Fig. 10    比較例4により作製されたコンデンサ電極の構造を



示す断面図。

Fig. 11 1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極の各側面と、これに対向するコンデンサ電極の各側面との最短となる水平距離を示す模式図。

- 5 Fig. 12 1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極の各側面と、該電極上に設けられた穴の外周部との最短となる水平距離を示す模式図。

Fig. 13 Fig. 11の最短となる水平距離として考慮しない部分（斜線部）を示す模式図。

10

発明を実施するための好ましい形態

- 本発明の多層配線板のコンデンサに用いる高誘電率材料は、少なくとも絶縁樹脂および高誘電率充填材を含む樹脂組成物である。該絶縁樹脂としては、特に限定されないが、半硬化状態で用いることが可能であり、かつ硬化後には絶縁性の優れた高誘電率材料を提供することができるエポキシ樹脂を用いることが好ましい。
- 15

- エポキシ樹脂としては、硬化して接合作用を呈するものであればよいが、好ましくは二官能以上で、分子量が5000未満、より好ましくは3000未満のエポキシ樹脂を使用する。二官能エポキシ樹脂としては、ビスフェノールA型またはビスフェノールF型樹脂等が例示される。ビスフェノールA型またはビスフェノールF型液状樹脂は、油化シェルエポキシ株式会社から、エピコート807、エピコート827、エピコート828という商品名で市販されている。また、ダウケミカル日本株式会社からは、D. E. R. 330、D. E. R. 331、D. E. R. 361という商品名で市販されている。さらに、東都化成株式会社から、YD8125、YDF8170という商品名で市販されている。
- 20
- 25

- また、高T<sub>g</sub>化を目的に多官能エポキシ樹脂を加えてもよく、例えば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂等が例示される。フェノールノボラック型エポキシ樹脂
- 30

は、日本化薬株式会社から、EPPN-201という商品名で市販されている。クレゾールノボラック型エポキシ樹脂は、住友化学工業株式会社から、ESCN-190、ESCN-195という商品名で市販されている。また、前記日本化薬株式会社から、EOCN1012、  
5 EOCN1025、EOCN1027という商品名で市販されている。さらに、前記東都化成株式会社から、YDCN701、YDCN702、YDCN703、YDCN704という商品名で市販されている。

また、上記エポキシ樹脂を硬化させるための硬化剤としては、通常用いられているものを使用することができ、特に限定されず、例えば、  
10 アミン、ポリアミド、酸無水物、ポリスルフィッド、三弗化硼素及びフェノール性水酸基を1分子中に2個以上有する化合物であるビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールS等が挙げられる。特に吸湿時の耐電食性に優れるためフェノール樹脂であるフェノールノボラック樹脂、ビスフェノールノボラック樹脂またはクレゾールノ  
15 ボラック樹脂等を用いるのが好ましい。好ましいとした硬化剤は、大日本インキ化学工業株式会社から、プライオーフェンLF2882、フェノライトTD-2090、フェノライトTD-2149、フェノライトVH4150、フェノライトVH4170という商品名で市販されている。

20 さらに、硬化剤とともに従来公知の硬化促進剤を用いることができ、該硬化促進剤としては、各種イミダゾール類を用いることが好ましい。イミダゾールとしては、例えば、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾリウムトリメリ  
25 テート等が挙げられる。このようなイミダゾール類は、四国化成工業株式会社から、2E4MZ、2PZ-CN、2PZ-CNSという商品名で市販されている。

高誘電率充填材としては、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸マグネシウム、チタン  
30 酸鉛、二酸化チタン、ジルコン酸バリウム、ジルコン酸カルシウム、

ジルコン酸鉛等を挙げることができ、これらは単独でも二種以上併用して用いてもよい。特に比誘電率が50以上のものを用いることが好ましい。また、上記のような高誘電率充填材の一種以上を重量比で絶縁樹脂100に対して300～3000配合することが好ましい。

- 5      また、本発明で用いる高誘電率材料の取り扱い性を向上させるために、エポキシ基、アミド基、カルボキシル基、シアネート基、ヒドロキシ基等の少なくとも一種の官能基を有する重量平均分子量が1万～80万である高分子量樹脂を配合することが好ましい。重量平均分子量が1万以上であるとBステージにおける高誘電率材料のタック性の低減や硬化時の可撓性を向上させることができる。また、重量平均分子量が80万を超えると高誘電率充填材を均一に分散することが困難となる。このような高分子量樹脂としては、例えば、フェノキシ樹脂、高分子量エポキシ樹脂、超高分子量エポキシ樹脂、ポリアミドイミド樹脂、官能基含有反応性ゴムなどが挙げられる。上記フェノキシ樹脂は、東都化成株式会社から、フェノトートYP-40、フェノトートYP-50という商品名で市販されている。また、フェノキシアソシエート社から、PKHC、PKHH、PKHJという商品名で市販されている。上記高分子量エポキシ樹脂は、重量平均分子量が3万～8万の高分子量エポキシ樹脂、さらには、重量平均分子量が8万を超える超高分子量エポキシ樹脂（日本国特許公告7-59617号、日本国特許公告7-59618号、日本国特許公告7-59619号、日本国特許公告7-59620号、日本国特許公告7-64911号、日本国特許公告7-68327号参照）があり、何れも日立化成工業株式会社が製造している。上記ポリアミドイミド樹脂は、日立化成工業株式会社からKS9000シリーズという商品名で市販されている。上記官能基含有反応性ゴムとしては、カルボキシル基含有アクリルゴムが帝国化学産業株式会社から、HTR-860Pという商品名で、エポキシ基含有アクリルゴムがHTR-860P-3という商品名で市販されている。

- 30      さらに、本発明で用いる高誘電率材料に分散剤を加えても良い。用

いることのできる分散剤としては、市販されている非シリコーン系の分散剤など従来公知のものをを用いることができ、特に限定されない。また、その配合量は、実験により適宜決定すればよい。

上記のような組成よりなる高誘電率材料は、メチルエチルケトン等  
5 の有機溶剤と混合してワニス状とし、これを金属箔に塗布、乾燥し、  
Bステージ状態のシート状にして使用に供することが好ましい。ここ  
で用いる金属箔としては、例えば、銅、アルミなどが挙げられ、その  
厚さは、 $1 \sim 35 \mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $1 \sim 12 \mu\text{m}$ の  
範囲であることがより好ましい。ただし、第3の特徴を有する本発明  
10 の多層配線板においては、対抗するコンデンサ電極を含む導体パター  
ンとなる金属箔の、少なくとも片側の厚みを $1 \sim 18 \mu\text{m}$ の範囲とす  
る。また、該金属箔に金属めっきを施さないことにより、金属箔厚み  
の増加を抑制することが可能となる。

また、上記高誘電率材料のBステージ状態の $120^\circ\text{C}$ における溶融  
15 粘度は $100 \sim 200 \text{ Pa} \cdot \text{S}$ であることが好ましい。最低溶融粘度  
が $100 \text{ Pa} \cdot \text{S}$ よりも低い場合にはフローが大きいため厚みのばら  
つきが大きくなり、 $200 \text{ Pa} \cdot \text{S}$ よりも高い場合には接着性が低下  
する。

本発明において、上記高誘電率材料を含む絶縁層以外の箇所の絶縁  
20 層に用いる絶縁樹脂としては、特に制限されないが、高誘電率材料と  
異なる絶縁樹脂を用いることが好ましく、さらにはガラス基材で補強  
され、かつ樹脂中に無機フィラーが添加されているものが好ましい。  
ガラス基材で補強されることにより、絶縁層の厚みが $150 \mu\text{m}$ 以上  
であっても、ガラス基材がない場合に比べて、その厚み制御が容易で  
25 ある。また、無機フィラーが添加されることにより、ガラス基材の影  
響による表面のうねりが低減され、高周波特性に優れた平滑な表面を  
有する多層配線板を得ることができる。ガラス基材で補強され、かつ  
無機フィラーが添加されたものとしては、市販のものとして、MCL  
-E-679F、MCL-BE-67G(H)（以上、日立化成工業株  
30 式会社製、商品名）やCS-3355S、CS-3357S（以上、

利昌工業株式会社製、商品名)などの銅張積層板やGEA-679F、  
GEA-67BE(H)(以上、日立化成工業株式会社製、商品名)、  
ES-3305S(利昌工業株式会社製、商品名)などの層間接着絶  
縁材料を使用できる。

- 5      また、本発明の多層配線板は、コンデンサと併せてインダクタをも  
有しうる。インダクタは導体層をエッチング処理して形成され、好ま  
しくはコンデンサの電極を含む導体パターンのうちいずれか一方に形  
成される。また、該インダクタは導体パターンのライン幅が細い方が  
インダクタンス密度が高くなるため、他の導体層よりも厚みが薄く、  
10      かつその厚みが $1 \sim 12 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

また、本発明の多層配線板は、高誘電率材料を含む少なくとも1つ  
の絶縁層とこれに隣接する絶縁層とを同時に貫く非貫通穴を有してい  
てもよい。

- 15      また、本発明の多層配線板は、 $300 \mu\text{m}$ 以上のライン幅を有する  
導体パターンを最外層導体層に備え、さらに該最外導体層に隣接する  
絶縁層の厚みが $150 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。ライン幅を  
 $300 \mu\text{m}$ 以上にすることにより高周波回路において信号減衰を抑制す  
ることができ、かつ絶縁層の厚みを $150 \mu\text{m}$ 以上にすることにより  
特性インピーダンス低下を抑制することができる。

- 20      また、第1の特徴を有する本発明の多層配線板における高誘電率材  
料層の厚みは、 $0.1 \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲とする。当該範囲とすることは  
第2および第3の特徴を有する本発明の多層配線板に対しても有効  
である。

- 25      第1の特徴を有する本発明の多層配線板は、コア層を除く任意の層  
にコンデンサを有する非対称の層構成を有しうるが、この場合におい  
ても多層配線板の反りは室温において曲率 $4.0 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$ 以下  
であることが好ましく、 $2.4 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$ 以下であることがより  
好ましく、 $1.4 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$ 以下であることが特に好ましい。

- 30      ここで、曲率 $\kappa$ は、Fig. 3に示すような配線板16を円弧の一  
部とみなした場合の半径の逆数であり、配線板の最長の長さLおよび

反り量  $h$  から、下記で表される関係式（金沢工業大学 材料システム研究所編「材料システム」第20巻（2002）、p131～p136）を用いて求めた値である。

$$5 \quad \kappa = \frac{8h}{L^2 (\div l^2) + 4h^2}$$

なお、配線板は一定の曲率で反り、その両側の曲率が同一であるものと仮定する。また、配線板の最長の長さ  $L$  は、例えば、四角形の配線板であればその対角線の長さを表し、式1においては、直線距離  $l$  をその近似値として用いる。さらに、反り量  $h$  は、多層配線板を水平な台表面に凹面が上になるように置いたときの台表面と多層配線板底部底面との距離を表し、その値は1mm以下であることが好ましく、0.6mm以下であることがより好ましく、0.35mm以下であることが特に好ましい。

15      また、第2の特徴を有する本発明の多層配線板の導体パターン間の凹部は、絶縁樹脂で充填し、あらかじめ高誘電率材料層が形成される基板表面を平坦にしておく。当該平坦化は第1および第3の特徴を有する本発明の多層配線板に対しても有効である。

20      また、少なくとも1つの電極を含む導体パターンが高誘電率材料を含む3種類の異なる絶縁材料に接するようにすることが好ましい。つまり、導体パターン間に充填する絶縁材料として、基材の絶縁層および高誘電率材料に用いる絶縁樹脂と異なる第3の絶縁材料を用いることで、より優れたコンデンサを得ることができる。さらに、コア層を除く任意の層にコンデンサを有し、かつコンデンサの容量ばらつきが  
25      ±5%未満であることが好ましい。

第2の特徴を有する本発明の多層配線板の製造方法は、コンデンサの電極の一方を含む導体パターンを形成する工程と、該導体パターン間の凹部に高誘電率材料と異なる絶縁材料を充填、硬化する工程と、研磨により導体パターンの表面および該導体パターン間に充填、硬化

された絶縁材料の表面を平坦にする工程と、半硬化状態の高誘電率材料を備えた金属箔を加熱積層する工程と、を少なくとも含むことを特徴としている。

また、上記金属箔をエッチングして、コンデンサの電極の他方を含  
5 む導体パターンを形成する工程、さらに、少なくとも1つの導体層に  
インダクタを形成する工程を含みうる。

さらに、第3の特徴の特徴を有する本発明の多層配線板では、前述  
の通り、対抗するコンデンサ電極の少なくとも片側の厚みを1～18  
 $\mu\text{m}$ とするが、感光レジストのパターン露光時に発生しうる位置ずれ  
10 により、対向する両電極が重なり合う部分である対向電極面積が減少  
し、コンデンサの容量が低下することを抑制するために、1～18  $\mu\text{m}$   
の厚みを有する電極がこれに対向する電極の外周より内側にあるこ  
とが好ましい。つまり、片側の電極を一方の電極が工程上位置ずれ得  
る範囲よりも大きくすることで、位置ずれによる容量変動を排除する  
15 ことが可能となる。

また、1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極の各側面と、こ  
れに対向する電極の各側面との最短となる水平距離が、それぞれ50  
～100  $\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。上記水平距離が50  $\mu\text{m}$   
未満の場合、電極の位置ずれによる対向電極面積の減少が発生する可  
20 能性が高くなり、また、100  $\mu\text{m}$ を超える場合はコンデンサ電極の  
サイズが大きくなり、基板の大型化を招くため不経済である。なお、  
F i g . 1 1 に1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極17の各  
側面と、これに対向するコンデンサ電極18の各側面との最短となる  
水平距離がa～dとして示されている。ただし、F i g . 1 3 の配線  
25 20の斜線部に示すような、一方のコンデンサ電極から延びて、対向  
するコンデンサ電極と重なる配線部分については無視する。

また、1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極の各側面と、該  
電極上に設けられた、任意の導体層間を電氣的に接続する導体化され  
た穴の外周部との最短となる水平距離が、それぞれ100  $\mu\text{m}$ 以上で  
30 あることが好ましい。上記水平距離が100  $\mu\text{m}$ 未満では、1～18

$\mu\text{m}$ の厚みを有する電極と任意の導体層を電氣的に接続する穴との位置ずれにより、接続不良が発生する確率が高くなる。なお、Fig. 12に1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極17の各側面と、該電極上に設けられた、任意の導体層間を電氣的に接続する導体化された穴19の外周部との最短となる水平距離がe～hとして示されている。

また、1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有する電極が、導体層の不要部分をエッチング除去することにより形成されることが好ましい。勿論、本発明のコンデンサ電極は、めっきを用いるアディティブ工法やセミアディティブ工法によっても形成することが可能であるが、エッチングを用いるサブトラクト工法で形成する方が経済的に有利であり、位置ずれや寸法ばらつき等の抑制をも期待することができる。

また、本発明の多層配線板を製造する方法として、導体パターン形成時、感光性レジストのパターン露光面積を1～250  $\text{cm}^2$ /回として、同一基板内に複数回露光することを特徴とする。

特に、前述の1～18  $\mu\text{m}$ の厚みを有するコンデンサ電極を含む導体パターンを形成する時には、上記複数回の露光を行うことが好ましい。1回の露光面積を1  $\text{cm}^2$ 未満とすると露光回数が増加し、製造タクトが長くなってコストが増加する。一方、1回の露光面積が250  $\text{cm}^2$ を超えるとパターンの位置ずれ低減が困難となる。また、1回の露光面積を10～200  $\text{cm}^2$ とすることがより好ましく、これにより位置ずれ低減と製造タクト抑制の両立が容易となる。さらに、1回の露光面積を50～150  $\text{cm}^2$ とすることが特に好ましく、位置ずれ低減および製造タクト抑制に対して最適な効果を得ることができる。このように1回の露光面積を小さくして複数回露光を行う分割露光方式を用いることにより、通常が多層配線板製造で用いる大型基板において、基板の伸縮などに起因して発生するパターンの位置ずれに対し、露光時に発生する導体パターンの位置ずれを低減させることが可能となる。

また、上記製造方法において、感光性レジストのパターン露光時に、



ソーダガラスなどの無機物を基材とするフォトマスクを使用することが好ましい。これにより感光性レジストの露光・現像後パターン精度が向上し、コンデンサ電極を含む導体パターン精度を向上するものである。

- 5      さらに、導体層の不要部分をエッチング除去してコンデンサ電極を含む導体パターンを形成する工程をも含むうる。

- 本発明は、これまで述べてきた多層配線板に半導体チップを搭載した半導体装置をさらに提供する。容量ばらつきの小さなコンデンサ、または容量ばらつきの小さなコンデンサとインダクタンス密度の高い
- 10      インダクタを基板内に有する多層配線板を用いることにより、小型化と軽量化を同時に達成した半導体装置を得ることができる。また、300  $\mu\text{m}$ 以上のライン幅を有する導体パターンを最外層導体層に備え、さらに該最外層導体層に隣接する絶縁層の厚みが150  $\mu\text{m}$ 以上である多層配線板を用いることにより、高周波減衰が小さく、特性インピー
- 15      ダンス不整合による反射ノイズも小さい半導体装置を得られる。

本発明は、前述の半導体装置を搭載した無線電子装置をさらに提供する。小型軽量の半導体装置を用いることにより、無線電子装置の小型軽量化が図られる。また、高周波特性に優れた無線電子装置を得ることも可能となる。

- 20      以下、本発明の多層配線板およびその製造方法について、実施例を参照してより詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

#### 高誘電率材料シート1

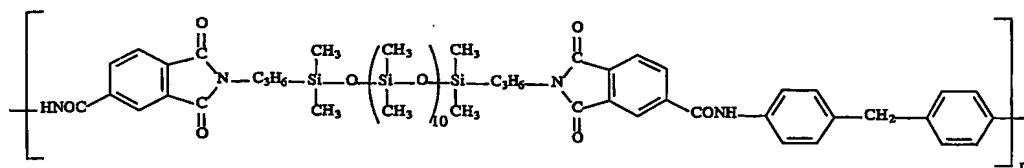
- エポキシ樹脂としてビスフェノールA型エポキシ樹脂（東都化成株
- 25      式会社製のYD-8125を使用）66重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製のYDCN-703を使用）34重量部、エポキシ樹脂の硬化剤としてフェノールノボラック樹脂（大日本インキ化学工業株式会社製のプライオーフェンLF2882を使用）63重量部、高分子量樹脂としてフェノキシ樹脂（重量平均
- 30      分子量5万、東都化成株式会社製のフェノートートYP-50を使用）

24重量部、硬化促進剤として硬化促進剤1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール（キュアゾール2PZ-CNを使用）0.6重量部、高誘電率充填材として平均粒径1.5 $\mu$ mのチタン酸バリウムファイラー（富士チタン工業株式会社製のBT-100PRを使用）860重量部、分散剤として非シリコン系分散剤（ビックケミー・ジャパン株式会社製のBYK-W9010を使用）5.4重量部からなる組成物に、メチルエチルケトンを加えてビーズミルを用いて1000回転/分で1時間攪拌混合し、200メッシュのナイロン布でろ過した後真空脱気した。この樹脂ワニス、厚さ12 $\mu$ mの電解銅箔（古河サーキットフォイル株式会社製のGTS-12を使用）上に塗布し、140℃で5分間加熱乾燥して、膜厚が5 $\mu$ mのBステージ状態の塗膜を形成し、銅箔を備えた高誘電率材料シート1を作製した。

このBステージ状態の高誘電率材料シート1の120℃の熔融粘度を島津フローテスターCFT-100型（株式会社島津製作所、商品名）を用い、2mm $\phi$ のノズル径の治具で測定したところ、100Pa $\cdot$ Sであった。また、170℃で1時間硬化させた硬化物について、LCRメータYHP4275A（横河ヒューレットパカード株式会社、商品名）を用い、25℃、1MHzにおけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、20であった。

## 20 高誘電率材料シート2

エポキシ樹脂としてビスフェノールA型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製のYD-8125を使用）66重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製のYDCN-703を使用）34重量部、エポキシ樹脂の硬化剤としてフェノールノボラック樹脂（大日本インキ化学工業株式会社製のプライオーフェンLF2882を使用）63重量部、高分子量樹脂として、下記の一般式に示されるポリアミドイミド樹脂（重量平均分子量7万）24重量部、



硬化促進剤として硬化促進剤 1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール（キュアゾール 2 P Z-CN を使用） 0.6 重量部、高誘電率  
 5 充填材として平均粒径 1.5  $\mu\text{m}$  のチタン酸バリウムフィラー（富士チタン工業株式会社製の BT-100PR を使用） 1300 重量部および平均粒径 0.6  $\mu\text{m}$  のチタン酸バリウムフィラー（富士チタン工業株式会社製の HPBT-1 を使用） 400 重量部、分散剤として非シリコン系分散剤（ビックケミー・ジャパン株式会社製の BYK-W9010 を使用） 11.2 重量部からなる組成物に、メチルエチル  
 10 ケトンを加えて小型攪拌脱泡装置を用いて 10 分攪拌脱泡した後に 200 メッシュのナイロン布でろ過した。この樹脂ワニス、厚さ 12  $\mu\text{m}$  の電解銅箔（古河サーキットフォイル株式会社製の GTS-12 を使用）上に塗布し、140℃で 5 分間加熱乾燥して、膜厚が 10  $\mu\text{m}$   
 15 m の B ステージ状態の塗膜を形成し、銅箔を備えた高誘電率材料シート 2 を作製した。

この B ステージ状態の高誘電率材料シート 2 の 120℃の熔融粘度を島津フローテスター CFT-100 型（株式会社島津製作所、商品名）を用い、2 mm  $\phi$  のノズル径の治具で測定したところ、200 Pa $\cdot$ s であった。また、170℃で 1 時間硬化させた硬化物について、LCR メータ YHP 4275A（横河ヒューレットパカード株式会社、商品名）を用い、25℃、1 MHz におけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、4.5 であった。

#### 高誘電率材料シート 3

25 エポキシ樹脂としてビスフェノール A 型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製の YD-8125 を使用） 66 重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製の YDCN-703 を使用）

3 4 重量部、エポキシ樹脂の硬化剤としてフェノールノボラック樹脂  
(大日本インキ化学工業株式会社製のプライオーフェンLF2882  
を使用) 6 3 重量部、高分子量樹脂としてフェノキシ樹脂(重量平均  
分子量5万、東都化成株式会社製のフェノートトYP-50を使用)  
5 2 4 重量部、硬化促進剤として硬化促進剤1-シアノエチル-2-フ  
ェニルイミダゾール(キュアゾール2PZ-CNを使用) 0. 6 重量  
部、高誘電率充填材として平均粒径1. 5  $\mu\text{m}$ のチタン酸バリウムフ  
ィラー(富士チタン工業株式会社製のBT-100PRを使用) 1 3  
0 0 重量部および平均粒径0. 6  $\mu\text{m}$ のチタン酸バリウムフィラー(富  
10 士チタン工業株式会社製のHPBT-1を使用) 4 0 0 重量部、分散  
剤として非シリコン系分散剤(ビックケミー・ジャパン株式会社製  
のBYK-W9010を使用) 1 1. 2 重量部からなる組成物に、メ  
チルエチルケトンを加えてビーズミルを用いて1 0 0 0回転/分で1  
時間攪拌混合し、2 0 0メッシュのナイロン布でろ過した後に真空脱  
15 気した。この樹脂ワニスを、厚さ1 2  $\mu\text{m}$ の電解銅箔(古河サーキッ  
トfoil株式会社製のGTS-12を使用)上に塗布し、1 4 0℃  
で5分間加熱乾燥して、膜厚が1 0  $\mu\text{m}$ のBステージ状態の塗膜を形  
成し、銅箔を備えた高誘電率材料シート3を作製した。

このBステージ状態の高誘電率材料シート3の1 2 0℃の熔融粘度  
20 を島津フローテスターCFT-100型(株式会社島津製作所、商品  
名)を用い、2 mm  $\phi$ のノズル径の治具で測定したところ、1 5 0 P  
a  $\cdot$  Sであった。また、1 7 0℃で1時間硬化させた硬化物について、  
LCRメータYHP4275A(横河ヒューレットパカード株式会  
社、商品名)を用い、2 5℃、1 MHzにおけるインピーダンス特性  
25 から誘電率を算出した結果、4 5であった。

#### 高誘電率材料シート4

エポキシ樹脂としてビスフェノールA型エポキシ樹脂(東都化成株  
式会社製のYD-8125を使用) 6 6 重量部、クレゾールノボラッ  
ク型エポキシ樹脂(東都化成株式会社製のYDCN-703を使用)  
30 3 4 重量部、エポキシ樹脂の硬化剤としてフェノールノボラック樹脂

(大日本インキ化学工業株式会社製のプライオーフェンLF2882  
を使用) 63重量部、高分子量樹脂としてフェノキシ樹脂(重量平均  
分子量5万、東都化成株式会社製のフェノートトYP-50を使用)  
24重量部、硬化促進剤として硬化促進剤1-シアノエチル-2-フ  
5 エニルイミダゾール(キュアゾール2PZ-CNを使用) 0.6重量  
部、高誘電率充填材として平均粒径1.5  $\mu\text{m}$ のチタン酸バリウムフ  
ィラー(富士チタン工業株式会社製のBT-100PRを使用) 19  
00重量部および平均粒径0.6  $\mu\text{m}$ のチタン酸バリウムフィラー(富  
士チタン工業株式会社製のHPBT-1を使用) 550重量部、分散  
10 剤として非シリコン系分散剤(ビックケミー・ジャパン株式会社製  
のBYK-W9010を使用) 15.9重量部からなる組成物に、メ  
チルエチルケトンを加えてビーズミルを用いて1000回転/分で1  
時間攪拌混合し、200メッシュのナイロン布でろ過した後に真空脱  
気した。この樹脂ワニスを、厚さ12  $\mu\text{m}$ の電解銅箔(古河サーキッ  
15 トフォイル株式会社製のGTS-12を使用)上に塗布し、140℃  
で5分間加熱乾燥して、膜厚が25  $\mu\text{m}$ のBステージ状態の塗膜を形  
成し、銅箔を備えた高誘電率材料シート4を作製した。

このBステージ状態の高誘電率材料シート4の120℃の熔融粘度  
を島津フローテスターCFT-100型(株式会社島津製作所、商品  
20 名)を用い、2mm $\phi$ のノズル径の治具で測定したところ、200Pa $\cdot$ Sであった。また、170℃で1時間硬化させた硬化物について、  
LCRメータYHP4275A(横河ヒューレットパカード株式会  
社、商品名)を用い、25℃、1MHzにおけるインピーダンス特性  
から誘電率を算出した結果、70であった。

## 25 高誘電率材料シート5

エポキシ樹脂としてビスフェノールA型エポキシ樹脂(東都化成株  
式会社製のYD-8125を使用) 66重量部、クレゾールノボラッ  
ク型エポキシ樹脂(東都化成株式会社製のYDCN-703を使用)  
34重量部、エポキシ樹脂の硬化剤としてフェノールノボラック樹脂  
30 (大日本インキ化学工業株式会社製のプライオーフェンLF2882

- を使用) 63重量部、高分子量樹脂としてフェノキシ樹脂(重量平均分子量5万、東都化成株式会社製のフェノートートYP-50を使用) 24重量部、硬化促進剤として硬化促進剤1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール(キュアゾール2PZ-CNを使用) 0.6重量部、高誘電率充填材として平均粒径1.5 $\mu$ mのチタン酸バリウムファイラー(富士チタン工業株式会社製のBT-100PRを使用) 860重量部、分散剤として非シリコーン系分散剤(ビックケミー・ジャパン株式会社製のBYK-W9010を使用) 5.4重量部からなる組成物に、メチルエチルケトンを加えてビーズミルを用いて1000回転/分で1時間攪拌混合し、200メッシュのナイロン布でろ過した後真空脱気した。この樹脂ワニスを、厚さ12 $\mu$ mの電解銅箔(古河サーキットフォイル株式会社製のGTS-12を使用)上に塗布し、140℃で5分間加熱乾燥して、膜厚が30 $\mu$ mのBステージ状態の塗膜を形成し、銅箔を備えた高誘電率材料シート5を作製した。
- 15 このBステージ状態の高誘電率材料シート5の120℃の熔融粘度を島津フローテスターCFT-100型(株式会社島津製作所、商品名)を用い、2mm $\phi$ のノズル径の治具で測定したところ、100Pa $\cdot$ Sであった。また、170℃で1時間硬化させた硬化物について、LCRメータYHP4275A(横河ヒューレットパカード株式会社、商品名)を用い、25℃、1MHzにおけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、20であった。

#### 実施例1

- Fig. 2(a)に示すような基材1の両面に厚み3 $\mu$ mの銅箔2が積層された板厚0.2mm、基板サイズ500 $\times$ 333cmの両面銅箔張ガラスエポキシ積層板MCL-E-679F(日立化成工業株式会社製、商品名)に所望のドリル穴明けを行った(Fig. 2(b))。超音波洗浄とアルカリ過マンガン酸液で炭化した樹脂カスを除去後、この基板に触媒を付与して、密着促進化後無電解銅めっきを行い、ドリル穴内壁と銅箔表面に約15 $\mu$ mの無電解銅めっき層3を形成した(Fig. 2(c))。この基板表面に次亜塩素酸ナトリウムを主成分

とする黒化処理と、ジメチルアミノボランを主成分とする還元処理によって、粗化処理を行った。この基板のドリル穴内にスクリーン印刷によりペーストタイプの熱硬化型絶縁材料HRP-700BA（太陽インキ製造株式会社、商品名）4を充填し、170℃で60分間の熱  
5 処理により硬化させた（Fig. 2（d））。基板表面をバフブラシにより研磨し、余分な絶縁材料を除去した後、この基板に触媒付与、密着促進化後無電解銅めっきを行い、基板表面に約15  $\mu$ mの無電解銅めっき層5を形成した（Fig. 2（e））。この基板をバフブラシで研磨後、感光性ドライフィルムH-9040（日立化成工業株式会社  
10 製、商品名）をラミネートし、この基板表面にコンデンサ電極を含む導体パターンのエッチングレジストを、株式会社オーク製作所製EXM-1350B型自動平行露光機にて露光した。この基板を炭酸ナトリウム水溶液にて現像した後、塩化第二鉄液にて不要な銅をエッチング除去し、水酸化ナトリウム水溶液にてレジスト剥離してコンデンサ  
15 の下部電極を含む回路パターンを有する内層回路板を作製した（Fig. 2（f））。

次に、この内層回路板表面にロールコータを用いてペーストタイプの熱硬化型絶縁材料HRP-700BA（太陽インキ製造株式会社、商品名）6を基板絶縁層表面から約40  $\mu$ m、導体パターン表面から  
20 約5  $\mu$ m塗布し、170℃で60分間の熱処理により硬化させた。この基板をバフブラシにより導体パターン表面が現れるまで研磨し、余分な絶縁材料を除去して内層回路板の平坦化を行った（Fig. 2（g））。内層回路板表面の凹凸は3  $\mu$ m以下であった。その後、この回路板の回路表面に次亜塩素酸ナトリウムを主成分とする黒化処理と、  
25 ジメチルアミノボランを主成分とする還元処理によって、粗化処理を行った。

次に、この回路板の片面に高誘電率材料を含む絶縁層8と銅箔7を備える前述の高誘電率材料シート1を温度170℃、圧力1.5 MPa、加熱加圧時間60分のプレス条件で積層一体化した（Fig. 2  
30 （h））。この積層体をバフブラシで研磨後、感光性ドライフィルムH

ー 9 0 4 0 (日立化成工業株式会社製、商品名) を高誘電率材料シート 1 の銅箔上にラミネートし、この基板表面にコンデンサ電極を含む導体パターンのエッチングレジストを、株式会社オーク製作所製 EX M-1350B 型自動平行露光機にて露光した。この基板を炭酸ナトリウム水溶液にて現像した後、塩化第二鉄液にて不要な銅をエッチング除去し、水酸化ナトリウム水溶液にてレジスト剥離してコンデンサの上部電極を含む導体パターンを形成した (F i g . 2 ( i ) ) 。

次に、この回路板の回路表面に、次亜塩素酸ナトリウムを主成分とする黒化処理と、ジメチルアミノボランを主成分とする還元処理によって、粗化処理を行い、(1) 35  $\mu$ m キャリア銅箔付き厚み 3  $\mu$ m の銅箔 MT 3 5 S 3 (三井金属鉱業株式会社製、商品名) 9、(2) 厚み 80  $\mu$ m のフィラー入りガラスエポキシプリプレグ G E A-6 7 9 F (日立化成工業株式会社製、商品名) 10 を 2 枚、(3) F i g . 2 ( i ) の回路板、(4) 厚み 80  $\mu$ m のフィラー入りガラスエポキシプリプレグ G E A-6 7 9 F を 2 枚、(5) 35  $\mu$ m キャリア銅箔付き厚み 3  $\mu$ m の銅箔 MT 3 5 S 3 (三井金属鉱業株式会社製、商品名) の順に重ね、温度 170℃、圧力 1.5 MPa、加熱加圧時間 60 分のプレス条件で積層一体化した (F i g . 2 ( j ) ) 。キャリア銅箔を剥がし、不要な基板端部を切断後、この基板の表面に所望のエッチングレジストを形成し、不要な銅箔を塩化第 2 鉄水溶液を用いてエッチング除去して、所望の箇所に  $\phi$  0.15 mm の窓穴を形成した。

この基板表面に設けた窓穴の箇所に三菱電機株式会社製 ML 5 0 5 G T 型炭酸ガスレーザを用いて、出力パワー 26 mJ、パルス幅 100  $\mu$ s、ショット数 6 回の条件でレーザ穴あけを行った (F i g . 2 ( k ) ) 。超音波洗浄とアルカリ過マンガン酸液で炭化した樹脂カスを除去後、洗浄、触媒付与、密着促進化後、C U S T-3 0 0 0 (日立化成工業 (株) 製、商品名) を用いて無電解銅めっきを行い、レーザ穴内壁と銅箔表面に約 20  $\mu$ m の無電解銅めっき層 11 を形成した (F i g . 2 ( l ) ) 。この基板表面のパッドや回路パターンなど必要な箇所にエッチングレジストを形成し、不要な銅を塩化第 2 鉄水溶液



を用いてエッチング除去して、外層回路を形成した(F i g . 2 (m))。

この基板表面にソルダーレジスト P S R - 4 0 0 0 A U S 5 (太陽インキ製造株式会社、商品名) をロールコータで  $30\mu\text{m}$  塗布、乾燥後に露光・現像して所望の箇所にソルダーレジスト 1 5 を形成した。

- 5    その後、N I P S 1 0 0 (日立化成工業(株)製、商品名)を用いて  $3\mu\text{m}$  の無電解ニッケルめっき層 1 3 と H G S 2 0 0 0 (日立化成工業(株)製、商品名)を用いて  $0.1\mu\text{m}$  の無電解金めっき層 1 4 を外層回路パターン露出部表面層に形成して、F i g . 1 に示すようなコンデンサ 1 2 を内蔵する 5 層構造の多層配線板を得た。

10    実施例 2

高誘電率材料シート 1 に替えて高誘電率材料シート 2 を用いた以外は実施例 1 と同様な工程により多層配線板を得た。

実施例 3

- 15    高誘電率材料シート 1 に替えて高誘電率材料シート 3 を用いた以外は実施例 1 と同様な工程により多層配線板を得た。

実施例 4

高誘電率材料シート 1 に替えて高誘電率材料シート 4 を用いた以外は実施例 1 と同様な工程により多層配線板を得た。

実施例 5

- 20    F i g . 2 (g) に示されるような樹脂充填による内層回路板の平坦化を行わず、また、高誘電率材料シート 1 に替えて高誘電率材料シート 5 を用いた以外は、実施例 1 と同様な工程により多層配線板を得た。

比較例 1

- 25    高誘電材料シートとして、誘電材層の厚みが  $80\mu\text{m}$  のエポキシ系樹脂付き銅箔 M C F 6 0 0 0 E (日立化成工業製、商品名)を用いた以外は、実施例 5 と同様な工程により多層配線板を得た。

- 30    上記実施例 1 ～ 5 および比較例 1 で得られた多層配線板を  $100\text{mm} \times 100\text{mm}$  の大きさに切断して試験サンプルを作成し、その反り量を測定した。さらに、前述の式 1 を用いて曲率を求めた。結果を表

1 に示す。

【表 1】

項目	高誘電率材料層厚 ( $\mu\text{m}$ )	反り量 ( $\text{mm}$ )	曲率 ( $\text{mm}^{-1}$ )
実施例 1	5	0.3	$1.20 \times 10^{-4}$
実施例 2	10	0.4	$1.60 \times 10^{-4}$
実施例 3	10	0.4	$1.60 \times 10^{-4}$
実施例 4	25	0.5	$2.00 \times 10^{-4}$
実施例 5	30	0.7	$2.80 \times 10^{-4}$
比較例 1	80	1.2	$4.80 \times 10^{-4}$

実施例 1 ～ 5 の多層配線板は、いずれも、高誘電率材料硬化物の比  
 5 誘電率が  $25^\circ\text{C}$ 、 $1\text{MHz}$  において  $20 \sim 100$  であり、かつその厚  
 みが  $0.1 \sim 30\mu\text{m}$  であるコンデンサ内蔵型の多層配線板であり、  
 その曲率はすべて  $4.0 \times 10^{-4}\text{mm}^{-1}$  以下であり、反り量もすべて  
 $1\text{mm}$  以下と小さい。一方、比較例 1 では、高誘電率材料の厚みが  $80\mu\text{m}$   
 10 であるためその曲率が  $4.0 \times 10^{-4}\text{mm}^{-1}$  を超えてしまい、  
 反り量も  $1\text{mm}$  を超えてしまった。

#### 実施例 6

実施例 1 で得た多層配線板について、コンデンサ容量ばらつきと成  
 型性を評価した。なお、コンデンサ容量の測定方法および成型性の評  
 価方法は以下の通りである。

#### 15 (コンデンサ容量)

コンデンサ容量の測定には、インピーダンスアナライザ 4291B  
 (アジレントテクノロジー株式会社製、商品名) に  $50\Omega$  同軸ケーブ  
 ル SUCOFLEX 104/100 (SUHNER 社製、商品名) を  
 介して高周波信号測定プローブ MICROPROBE ACP 50  
 20 (GSG 250 型、Cascade 社、商品名) に接続した測定シス  
 テムを用いた。コンデンサの電極サイズは  $1\text{mm} \times 1\text{mm}$  とし  $1\text{GHz}$   
 の容量を測定した。測定は基板の四隅と中央部の 5 カ所に設けたコ

ンデンサの容量を測定した。

(成型性)

- 成型性は、作製した多層配線板を10mm×30mmに切断後、エポキシ樹脂で注型し、基板断面を研磨して、多層配線板の中にボイド等があるかを評価した。ボイド等がない場合を良好、ボイド等がある場合を不良とした。

実施例 7

実施例 2 で得た多層配線板について、実施例 6 と同様にコンデンサ容量ばらつきと成型性を評価した。

10 実施例 8

実施例 3 で得た多層配線板について、実施例 6 と同様にコンデンサ容量ばらつきと成型性を評価した。

実施例 9

- 実施例 4 で得た多層配線板について、実施例 6 と同様にコンデンサ容量ばらつきと成型性を評価した。

比較例 2

- Fig. 2 (g) に示されるような樹脂充填による内層回路板の平坦化を行わなかった以外は実施例 3 と同様に作製された多層配線板について、実施例 6 と同様にコンデンサ容量ばらつきと成型性を評価した。

比較例 3

実施例 5 で得た多層配線板について、実施例 6 と同様にコンデンサ容量ばらつきと成型性を評価した。

実施例 6 ～ 9、比較例 2 および 3 の結果を表 2 に示す。

【表 2】

項目		コンデンサ容量 (p F)			成型性
		最大値	最小値	平均値	
実施例	6	3 1	3 2	3 2	良好
	7	3 7	3 5	3 6	良好
	8	3 8	3 5	3 6	良好
	9	2 3	2 2	2 3	良好
比較例	2	3 9	3 6	3 8	不良
	3	3 6	3 0	3 2	良好

実施例 6～9 は、いずれもコンデンサ電極間の凹部に基板材料と高誘電率材料とは異なる第 3 の熱硬化型絶縁材料が充填され、平坦化されているため、コンデンサ容量のばらつきは±5%未満と小さく、成型性も良好であった。一方、比較例 2 は、コンデンサ電極の間にボイドがあったため成型性が不良であった。比較例 3 は、コンデンサの容量のばらつきが 10%を超えていた。断面観察の結果から、その原因は高誘電率材料を含む絶縁層の厚みが 3～6  $\mu\text{m}$  の範囲で大きくばら

10 ついていたためであることがわかった。

次に、下記高誘電率材料シート 6～10 を用いた多層配線板を下記実施例 10～19 および比較例 4 の通りに作製し、これら多層配線板のコンデンサ電極の位置ずれ、寸法ばらつきおよび容量ばらつきを評価した。

#### 15 高誘電率材料シート 6

エポキシ樹脂としてビスフェノール A 型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製の YD-8125 を使用）66 重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（東都化成株式会社製の YDCN-703 を使用）34 重量部、エポキシ樹脂の硬化剤としてフェノールノボラック樹脂（大日本インキ化学工業株式会社製のプライオーフェン LF2882

20 を使用）63 重量部、高分子量樹脂としてフェノキシ樹脂（分子量 5 万、東都化成株式会社製のフェノトート YP-50 を使用）24 重量

部、硬化促進剤として硬化促進剤 1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール（キュアゾール 2 P Z-CN を使用）0.6 重量部、高誘電率フィラーとして平均粒径 1.5  $\mu\text{m}$  のチタン酸バリウムフィラー（富士チタン工業株式会社製の B T-1 0 0 P R を使用）1 3 0 0 重量部および平均粒径 0.6  $\mu\text{m}$  のチタン酸バリウムフィラー（富士チタン工業株式会社製の H P B T-1 を使用）4 0 0 重量部、分散剤として非シリコーン系分散剤（ビックケミー・ジャパン株式会社製の B Y K-W 9 0 1 0 を使用）1 1.2 重量部からなる組成物に、メチルエチルケトンを加えてビーズミルを用いて 1 0 0 0 回転/分で 1 時間  
10 攪拌混合し、2 0 0 メッシュのナイロン布でろ過した後に真空脱気した。この接着剤ワニスを、厚さ 1 2  $\mu\text{m}$  の電解銅箔（古河サーキットフォイル株式会社製の G T S-1 2 を使用）上に塗布し、1 4 0  $^{\circ}\text{C}$  で 5 分間加熱乾燥して、膜厚が 1 0  $\mu\text{m}$  の B ステージ状態の塗膜を形成し、高誘電率材料シート 6 を作製した。

15 この B ステージ接着フィルムを 1 7 0  $^{\circ}\text{C}$  で 1 時間硬化させた硬化物について、L C R メータ Y H P 4 2 7 5 A（横河ヒューレットパッカード株式会社、商品名）を用い、2 5  $^{\circ}\text{C}$ 、1 M H z におけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、4 5 であった。

#### 高誘電率材料シート 7

20 接着剤ワニスを塗布する電解銅箔を 3 5  $\mu\text{m}$  キャリア銅箔付き厚み 3  $\mu\text{m}$  の銅箔（三井金属鉱業株式会社製の M T 3 5 S 3 を使用）に替えた以外は高誘電率材料シート 6 と同様な工程により高誘電率材料シート 7 を得た。

この B ステージ接着フィルムを 1 7 0  $^{\circ}\text{C}$  で 1 時間硬化させた硬化物  
25 について、L C R メータ Y H P 4 2 7 5 A（横河ヒューレットパッカード株式会社、商品名）を用い、2 5  $^{\circ}\text{C}$ 、1 M H z におけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、4 5 であった。

#### 高誘電率材料シート 8

接着剤ワニスを塗布する電解銅箔を厚み 9  $\mu\text{m}$  の電解銅箔（古河サ  
30 ーキットフォイル株式会社製の G T S-9 を使用）に替えた以外は高

誘電率材料シート 6 と同様な工程により高誘電率材料シート 8 を得た。

- この B ステージ接着フィルムを  $170^{\circ}\text{C}$  で 1 時間硬化させた硬化物について、LCR メータ YHP 4275 A (横河ヒューレットパカード株式会社、商品名) を用い、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $1\text{MHz}$  におけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、45 であった。

#### 高誘電率材料シート 9

接着剤ワニスを塗布する電解銅箔を厚み  $18\mu\text{m}$  の電解銅箔 (古河サーキット

- 10 フォイル株式会社製の GTS-18 を使用) に替えた以外は高誘電率材料シート 6 と同様な工程により高誘電率材料シート 9 を得た。

この B ステージ接着フィルムを  $170^{\circ}\text{C}$  で 1 時間硬化させた硬化物について、LCR メータ YHP 4275 A (横河ヒューレットパカード株式会社、商品名) を用い、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $1\text{MHz}$  におけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、45 であった。

- 15 高誘電率材料シート 10

接着剤ワニスを塗布する電解銅箔を厚み  $35\mu\text{m}$  の電解銅箔 (古河サーキットフォイル株式会社製の GTS-35 を使用) に替えた以外は高誘電率材料シート 6 と同様な工程により高誘電率材料シート 10 を得た。

- 20 この B ステージ接着フィルムを  $170^{\circ}\text{C}$  で 1 時間硬化させた硬化物について、LCR メータ YHP 4275 A (横河ヒューレットパカード株式会社、商品名) を用い、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $1\text{MHz}$  におけるインピーダンス特性から誘電率を算出した結果、45 であった。

#### 実施例 10

- 25 高誘電率材料シート 1 の替わりに高誘電率材料シート 6 を用いたこと、コンデンサの上部電極形成時の露光を、株式会社オーク製作所製 EXM-1350B 型自動平行露光機の替わりにウシオ電機株式会社製 UX-5038SC 型分割投影露光機を用いて、ソーダガラスを基材とするフォトマスクを使用して  $10\text{cm}$  四方のパターンに分割して
- 30 行ったこと、およびコンデンサの上部電極と下部電極サイズを共に 1.

0×0.75mmとして形成したこと以外は、実施例1と同様に多層配線板を得た。なお、実施例10におけるコンデンサ12の断面図をFig. 4に示す。

#### 実施例11

- 5      コンデンサの電極サイズを上部電極1.0×0.75mm、下部電極1.05×0.75mmとして形成したこと以外は、実施例10と同様に多層配線板を得た。なお、実施例11におけるコンデンサ12の断面図をFig. 5に示す。

#### 実施例12

- 10     コンデンサの電極サイズを上部電極1.0×0.75mm、下部電極1.1×0.85mmとして形成したこと以外は、実施例10と同様に多層配線板を得た。なお、実施例12におけるコンデンサ12の断面図をFig. 6に示す。

#### 実施例13

- 15     コンデンサの電極サイズを上部電極1.0×0.75mm、下部電極1.2×0.95mmとして形成したこと以外は、実施例10と同様に多層配線板を得た。なお、実施例13におけるコンデンサ12の断面図をFig. 7に示す。

#### 実施例14

- 20     コンデンサの電極サイズを上部電極1.0×0.75mm、下部電極1.4×1.15mmとして形成したこと以外は、実施例10と同様に多層配線板を得た。なお、実施例14におけるコンデンサ12の断面図をFig. 8に示す。

#### 実施例15

- 25     高誘電率材料シート6の替わりに高誘電率材料シート7を用いたこと、高誘電率材料シート7の銅箔上に約15μmの電解銅めっき層を形成し、めっきレジスト剥離後、硫酸・過酸化水素混合溶液で下地銅をエッチング除去してコンデンサの上部電極を形成したこと、および  
30     コンデンサの上部電極サイズを1.0×0.75mm、下部電極サイズを1.1×0.85mmとしたこと以外は、実施例10と同様に多

層配線板を得た。なお、実施例 15 におけるコンデンサ 12 の断面図を F i g . 9 に示す。

#### 実施例 16

- 分割投影露光機の使用に際して、パターンを 5 c m 四方に分割して露光したこと以外は実施例 10 と同様に多層配線板を得た。なお、実施例 16 におけるコンデンサ 12 の断面図を F i g . 4 に示す。

#### 実施例 17

- 分割投影露光機の使用に際して、パターンを 15 c m 四方に分割して露光したこと以外は実施例 10 と同様に多層配線板を得た。なお、実施例 17 におけるコンデンサ 12 の断面図を F i g . 4 に示す。

#### 実施例 18

高誘電率材料シート 6 の代わりに高誘電率材料シート 8 を用いたこと以外は、実施例 10 と同様に多層配線板を得た。なお、実施例 18 におけるコンデンサ 12 の断面図を F i g . 4 に示す。

#### 15 実施例 19

高誘電率材料シート 6 の代わりに高誘電率材料シート 9 を用いたこと以外は、実施例 10 と同様に多層配線板を得た。なお、実施例 19 におけるコンデンサ 12 の断面図を F i g . 4 に示す。

#### 比較例 4

- 20 高誘電率材料シート 6 の代わりに高誘電率材料シート 10 を用いたこと、およびコンデンサの上部電極形成時の露光を、ウシオ電機株式会社製 U X - 5 0 3 8 S C 型分割投影露光機の代わりに株式会社オーク製作所製 E X M - 1 3 5 0 B 型自動平行露光機を用いて、ポリエステルを基材とするフォトリソマスクを使用して一括露光により行ったこと  
25 以外は、実施例 10 と同様に多層配線板を得た。なお、比較例 4 におけるコンデンサ 12 の断面図を F i g . 10 に示す。

- 上記のように作製した各多層配線板について、それぞれのコンデンサ部分を切り出してエポキシ樹脂で注型し、基板断面を研磨した。そして、スケーラー機能付顕微鏡 (O L Y M P U S 製 M X 5 0) を用いて  
30 該断面よりコンデンサの対向電極同士の位置ずれ量と上部電極面積を



測定した。測定サンプル数は各多層配線板とも12サンプルとした。結果を表3および表4に示す。

【表3】

項目		対向電極の位置ずれ量 ( $\mu\text{m}$ )		
		最大	最小	平均
実施例	10	39.4	2.2	13.1
	16	27.2	5.3	10.8
	17	40.8	7.0	16.4
比較例4		82.4	14.4	40.2

5 【表4】

項目		上部電極面積 ( $\text{mm}^2$ )			
		最大	最小	平均	ばらつき (%)
実施例	10	0.756	0.743	0.747	$\pm 0.9$
	18	0.755	0.743	0.749	$\pm 0.8$
	19	0.760	0.742	0.751	$\pm 1.2$
比較例4		0.771	0.733	0.754	$\pm 2.6$

表3において、対向電極パターン同士の位置ずれ量は、実施例10、16および17において50 $\mu\text{m}$ 未満であったが、比較例4では80 $\mu\text{m}$ 以上となった。また、表4において、上部電極のばらつきは、実施例10、18および19では $\pm 1\%$ 前後であったが、比較例4ではばらつきが大きく $\pm 2.6\%$ となった。この結果は、実施例10～19の多層配線板製造時、コンデンサ電極の厚みを薄くし、エッチングばらつきを低減したこと、およびガラス基材の高精度フォトマスクを用い、分割露光方式により露光し、導体パターン形成を行ったことによる。

次に、表3および表4の結果を用い、計算によりコンデンサの容量ばらつきを算出した。結果を表5に示す。

【表 5】

項目		コンデンサ容量 (pF)			
		最大	最小	平均	ばらつき (%)
実施例	1 0	15.02	14.15	14.48	±3.01
	1 1	15.09	14.69	14.92	±1.44
	1 2	15.12	14.85	14.94	±0.89
	1 3	15.13	14.87	15.01	±0.90
	1 4	15.12	14.86	14.99	±0.89
	1 5	15.10	14.84	14.97	±0.87
	1 6	15.04	14.16	14.60	±2.78
	1 7	15.00	14.08	14.44	±3.43
	1 8	15.00	14.16	14.58	±2.88
	1 9	14.99	13.98	14.49	±3.49
比較例 4		14.89	12.46	13.80	±8.82

表 5 から、実施例 1 0 ～ 1 9 のコンデンサの容量ばらつきは、いずれも比較例 4 のそれより小さいことがわかる。また、実施例 1 2 ～ 1 4 の中で有意差が見られないことから、感光性レジスト露光時の位置ばらつきを考慮した上で、下部電極面積を最小に設計してコンデンサ部の占有面積を小さくすることが可能であり、好ましいということがわかる。また、サブトラクト工法を用いた実施例 1 2 とセミアディティブ工法を用いた実施例 1 5 の比較において有意差が見られないことから、経済的に有利なサブトラクト工法によってコンデンサ電極を含む導体パターンを形成することが可能であり、好ましいということがわかる。

以上説明したように、本発明の多層配線板によれば、コンデンサの誘電体部となる高誘電率材料層を薄くすることによって、層構成の対称、非対称にかかわらず、多層配線板の反りを低減することが可能であり、さらには、コア層を除く任意の層にコンデンサを内蔵させることができるため設計自由度の大きな改善を図ることができる。また、

必要最小限のコンデンサのみで済むため、コストを低減させることができる。また、高誘電率材料の厚みを薄くしたため、誘電体厚みに反比例するコンデンサ容量を大きくすることができる。

- また、高誘電率材料の厚みが薄く、容量ばらつきの小さなコンデンサを有し、かつ成型性に問題のない多層配線板およびその製造方法を提供することが可能となる。
- 5

さらに、上記のような特徴を有する多層配線板に半導体チップを搭載した半導体装置、および該半導体装置を搭載した無線電子装置を提供することが可能となる。

- 10 前述したところが、この発明の好ましい実施態様であること、多くの変更及び修正をこの発明の精神と範囲とにそむくことなく実行できることは当業者によって了承されよう。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも1  
5 つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、前記高誘電率材料硬化物の、25℃、1MHzにおける比誘電率が20～100、厚みが0.1～30μmであることを特徴とする多層配線板。
- 10 2. コア層を除く任意の層に前記コンデンサを有する非対称の層構成を有し、その反りが室温において曲率 $4.0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の多層配線板。
- 15 3. コア層を除く任意の層に前記コンデンサを有する非対称の層構成を有し、その反り量が1mm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の多層配線板。
- 20 4. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも1つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、前記電極を含む導体パターン間の凹部に前記高誘電率材料と異なる絶縁材料が充填され、該導体パターン表面と充填された絶縁材料表面とが平坦化されていることを特徴とする多層配線板。
- 25 5. 少なくとも1つの前記電極を含む導体パターンが前記高誘電率材料を含む3種類の異なる絶縁材料に接していることを特徴とする請求項4に記載の多層配線板。
- 30 6. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に

接続する導体化された穴と、少なくとも1層の前記絶縁層の比誘電率が25℃、1MHzにおいて20～100の高誘電率材料を含むものからなり、該絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、対向する前記電極の少なくとも片側の厚みが1～18μmの範囲であることを特徴とする多層配線板。

7. 前記1～18μmの厚みを有する電極が、これに対向する電極の外周より内側にあることを特徴とする請求項6に記載の多層配線板。

10 8. 前記1～18μmの厚みを有する電極の各側面と、これに対向する電極の各側面との最短となる水平距離が、それぞれ50～100μmの範囲であることを特徴とする請求項6または7に記載の多層配線板。

15 9. 前記1～18μmの厚みを有する電極の各側面と、該電極上に設けられた、任意の導体層間を電氣的に接続する導体化された穴の外周部との最短となる水平距離が、それぞれ100μm以上であることを特徴とする請求項6～8のいずれかに記載の多層配線板。

20 10. 前記1～18μmの厚みを有する電極が、導体層の不要部分をエッチング除去することにより形成されることを特徴とする請求項6～9のいずれかに記載の多層配線板。

25 11. コア層を除く任意の層に前記コンデンサを有し、かつコンデンサの容量ばらつきが±5%未満であることを特徴とする請求項4～10のいずれかに記載の多層配線板。

30 12. 少なくとも1つの導体層をパターン形成してなるインダクタを有することを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の多層配線板。

1 3. 前記インダクタを形成した導体層の厚みが他の導体層の厚みよりも薄く、かつその厚みが  $1 \sim 12 \mu\text{m}$  であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の多層配線板。

5

1 4. 前記インダクタは、前記絶縁層の上下面に形成された前記電極のうち、いずれか一方に作製されることを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の多層配線板。

10 1 5. 前記高誘電率材料を含む少なくとも 1 つの前記絶縁層とこれに隣接する絶縁層とを同時に貫く非貫通穴を有することを特徴とする請求項 1 ～ 1 4 のいずれかに記載の多層配線板。

15 1 6. 前記高誘電率材料が、エポキシ樹脂、その硬化剤、および高誘電率充填材を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 1 5 のいずれかに記載の多層配線板。

20 1 7. 前記高誘電率材料が、エポキシ樹脂、その硬化剤、高誘電率充填材、および少なくとも一種の官能基を有する重量平均分子量が 1 万～80 万である高分子量樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の多層配線板。

25 1 8. 前記高誘電率材料の B ステージ状態の  $120^\circ\text{C}$  における熔融粘度が  $100 \sim 200 \text{ Pa} \cdot \text{S}$  であることを特徴とする請求項 1 ～ 1 7 のいずれかに記載の多層配線板。

30 1 9. 前記高誘電率充填材が、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸鉛、二酸化チタン、ジルコン酸バリウム、ジルコン酸カルシウム、ジルコン酸鉛からなる群から選ばれる 1 種以上であることを特徴とする請求

項 16～18 のいずれかに記載の多層配線板。

20. 前記高誘電率充填材が、重量比として、前記エポキシ樹脂 100 に対して 300～3000 配合されることを特徴とする請求項 16  
5 ～19 のいずれかに記載の多層配線板。

21. 最外導体層として、300  $\mu\text{m}$  以上の幅を有する導体パターン  
が少なくとも 1 本形成され、さらに該最外導体層に隣接する絶縁層の  
厚みが 150  $\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする請求項 1～20 のい  
10 ずれかに記載の多層配線板。

22. 前記高誘電率材料を含む少なくとも 1 つの前記絶縁層以外の絶  
縁層が、ガラス基材で補強され、かつ無機フィラーを含むことを特徴  
とする請求項 1～21 のいずれかに記載の多層配線板。  
15

23. 前記絶縁層の上下面に形成された電極が、該絶縁層の片面もし  
くは両面の全てを覆わないように形成されていることを特徴とする請  
求項 1～22 のいずれかに記載の多層配線板。

- 20 24. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的  
に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも  
1 つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサとを有す  
る多層配線板の製造方法であって、

前記電極の一方を含む導体パターンを形成する工程と、

- 25 前記導体パターン間の凹部に前記高誘電率材料と異なる絶縁材料を  
充填、硬化する工程と、

研磨により前記導体パターンの表面と該導体パターン間の凹部に充  
填、硬化された絶縁材料表面とを平坦にする工程と、

- 半硬化状態の前記高誘電率材料を備えた金属箔を加熱積層する工程  
30 と、

を少なくとも含むことを特徴とする多層配線板の製造方法。

25. さらに、前記金属箔をエッチングすることにより、前記電極の他方を含む導体パターンを形成する工程を含む請求項24に記載の多層配線板の製造方法。

26. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された穴と、少なくとも1層の前記絶縁層の比誘電率が25℃、1MHzにおいて20～100の高誘電率材料を含むものからなり、該絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板の製造方法であって、導体パターン形成時、感光性レジストのパターン露光面積を1～250cm<sup>2</sup>/回として、同一基板内に複数回露光することを特徴とする多層配線板の製造方法。

27. 前記電極が1～18μmの厚みを有し、該電極を含む導体パターン形成時に前記複数回の露光を行うことを特徴とする請求項26に記載の多層配線板の製造方法。

28. 感光性レジストのパターン露光時に無機物からなるフォトリソマスクを使用することを特徴とする請求項26または27に記載の多層配線板の製造方法。

29. 前記電極を含む導体パターンを導体層の不要部分をエッチング除去して形成することを特徴とする請求項26～28のいずれかに記載の多層配線板の製造方法。

30. さらに、少なくとも1つの導体層にインダクタを形成する工程を含む請求項24～29のいずれかに記載の多層配線板の製造方法。

31. 請求項1～23のいずれかに記載の多層配線板、または請求項



24～30のいずれかに記載の製造方法により製造された多層配線板に半導体チップが搭載されていることを特徴とする半導体装置。

32. 請求項31に記載の半導体装置が搭載されたことを特徴とする  
5 無線電子装置。

## 補正書の請求の範囲

[2003年11月3日(03.11.03)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1, 3, 6, 8-12, 15-18, 21-23及び31は補正された；出願当初の請求の範囲2及び7は取り下げられた；他の請求の範囲は変更なし。]

1. (補正後) 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも1つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、コア層を除く任意の層に前記コンデンサを有する非対称の層構成を有し、その反りが室温において曲率  $4.0 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$  以下であり、かつ前記高誘電率材料硬化物の、25℃、1MHzにおける比誘電率が20～100、厚みが0.1～30  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする多層配線板。  
5
2. (削除)
3. (補正後) コア層を除く任意の層に前記コンデンサを有する非対称の層構成を有し、その反り量が1mm以下であることを特徴とする請求項1に記載の多層配線板。  
15
4. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも1つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、前記電極を含む導体パターン間の凹部に前記高誘電率材料と異なる絶縁材料が充填され、該導体パターン表面と充填された絶縁材料表面とが平坦化されていることを特徴とする多層配線板。  
20
5. 少なくとも1つの前記電極を含む導体パターンが前記高誘電率材料を含む3種類の異なる絶縁材料に接していることを特徴とする請求項4に記載の多層配線板。  
25
6. (補正後) 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層  
30

- を電氣的に接続する導体化された穴と、少なくとも1層の前記絶縁層の比誘電率が25℃、1MHzにおいて20～100の高誘電率材料を含むものからなり、該絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板であって、対向する前記電極の少なくとも
- 5 も片側が厚み1～18μmの範囲であり、これに対向する電極の外周より内側にあることを特徴とする多層配線板。

7. (削除)

8. (補正後) 前記 1 ～ 18  $\mu\text{m}$  の厚みを有する電極の各側面と、これに対向する電極の各側面との最短となる水平距離が、それぞれ 50  
5 ～ 100  $\mu\text{m}$  の範囲であることを特徴とする請求項 6 に記載の多層配線板。

9. (補正後) 前記 1 ～ 18  $\mu\text{m}$  の厚みを有する電極の各側面と、該電極上に設けられた、任意の導体層間を電氣的に接続する導体化された穴の外周部との最短となる水平距離が、それぞれ 100  $\mu\text{m}$  以上で  
10 あることを特徴とする請求項 6 または 8 に記載の多層配線板。

10. (補正後) 前記 1 ～ 18  $\mu\text{m}$  の厚みを有する電極が、導体層の不要部分をエッチング除去することにより形成されることを特徴とする請求項 6、8 および 9 のいずれかに記載の多層配線板。  
15

11. (補正後) コア層を除く任意の層に前記コンデンサを有し、かつコンデンサの容量ばらつきが  $\pm 5\%$  未満であることを特徴とする請求項 4 ～ 6 および 8 ～ 10 のいずれかに記載の多層配線板。  
20

12. (補正後) 少なくとも 1 つの導体層をパターン形成してなるインダクタを有することを特徴とする請求項 1、3 ～ 6、および 8 ～ 11 のいずれかに記載の多層配線板。

- 1 3. 前記インダクタを形成した導体層の厚みが他の導体層の厚みよりも薄く、かつその厚みが $1 \sim 12 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の多層配線板。
- 5 1 4. 前記インダクタは、前記絶縁層の上下面に形成された前記電極のうち、いずれか一方に作製されることを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の多層配線板。
- 10 1 5. (補正後) 前記高誘電率材料を含む少なくとも 1 つの前記絶縁層とこれに隣接する絶縁層とを同時に貫く非貫通穴を有することを特徴とする請求項 1、3～6、および 8～14 のいずれかに記載の多層配線板。
- 15 1 6. (補正後) 前記高誘電率材料が、エポキシ樹脂、その硬化剤、および高誘電率充填材を含むことを特徴とする請求項 1、3～6、および 8～15 のいずれかに記載の多層配線板。
- 20 1 7. (補正後) 前記高誘電率材料が、エポキシ樹脂、その硬化剤、高誘電率充填材、および少なくとも一種の官能基を有する重量平均分子量が $1 \text{万} \sim 80 \text{万}$ である高分子量樹脂を含むことを特徴とする請求項 1、3～6、および 8～16 のいずれかに記載の多層配線板。
- 25 1 8. (補正後) 前記高誘電率材料の B ステージ状態の $120^\circ\text{C}$ における熔融粘度が $100 \sim 200 \text{Pa} \cdot \text{S}$ であることを特徴とする請求項 1、3～6、および 8～17 のいずれかに記載の多層配線板。
- 30 1 9. 前記高誘電率充填材が、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸鉛、二酸化チタン、ジルコン酸バリウム、ジルコン酸カルシウム、ジルコン酸鉛からなる群から選ばれる 1 種以上であることを特徴とする請

求項 16～18 のいずれかに記載の多層配線板。

20. 前記高誘電率充填材が、重量比として、前記エポキシ樹脂 100 に対して 300～3000 配合されることを特徴とする請求項 15 6～19 のいずれかに記載の多層配線板。

21. (補正後) 最外導体層として、300  $\mu$ m 以上の幅を有する導体パターンが少なくとも 1 本形成され、さらに該最外導体層に隣接する絶縁層の厚みが 150  $\mu$ m 以上であることを特徴とする請求項 1、10 3～6、および 8～20 のいずれかに記載の多層配線板。

22. (補正後) 前記高誘電率材料を含む少なくとも 1 つの前記絶縁層以外の絶縁層が、ガラス基材で補強され、かつ無機フィラーを含むことを特徴とする請求項 1、3～6、および 8～21 のいずれかに記載の多層配線板。 15

23. (補正後) 前記絶縁層の上下面に形成された電極が、該絶縁層の片面もしくは両面の全てを覆わないように形成されていることを特徴とする請求項 1、3～6、および 8～22 のいずれかに記載の多層配線板。 20

24. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された非貫通穴と、高誘電率材料を含む少なくとも 1 つの前記絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサとを有する多層配線板の製造方法であって、 25

前記電極の一方を含む導体パターンを形成する工程と、

前記導体パターン間の凹部に前記高誘電率材料と異なる絶縁材料を充填、硬化する工程と、

研磨により前記導体パターンの表面と該導体パターン間の凹部に 30 充填、硬化された絶縁材料表面とを平坦にする工程と、

半硬化状態の前記高誘電率材料を備えた金属箔を加熱積層する工程と、

を少なくとも含むことを特徴とする多層配線板の製造方法。

25. さらに、前記金属箔をエッチングすることにより、前記電極の他方を含む導体パターンを形成する工程を含む請求項24に記載の  
5 多層配線板の製造方法。

26. 複数の絶縁層と、複数の導体層と、前記複数の導体層を電氣的に接続する導体化された穴と、少なくとも1層の前記絶縁層の比誘電率が25℃、1MHzにおいて20～100の高誘電率材料を含むもの  
10 のからなり、該絶縁層の上下面に電極を形成してなるコンデンサと、を有する多層配線板の製造方法であって、導体パターン形成時、感光性レジストのパターン露光面積を1～250cm<sup>2</sup>/回として、同一基板内に複数回露光することを特徴とする多層配線板の製造方法。

- 15 27. 前記電極が1～18μmの厚みを有し、該電極を含む導体パターン形成時に前記複数回の露光を行うことを特徴とする請求項26に記載の多層配線板の製造方法。

28. 感光性レジストのパターン露光時に無機物からなるフォトリソマスクを使用することを特徴とする請求項26または27に記載の多層配線板の製造方法。  
20

29. 前記電極を含む導体パターンを導体層の不要部分をエッチング除去して形成することを特徴とする請求項26～28のいずれかに  
25 記載の多層配線板の製造方法。

30. さらに、少なくとも1つの導体層にインダクタを形成する工程を含む請求項24～29のいずれかに記載の多層配線板の製造方法。

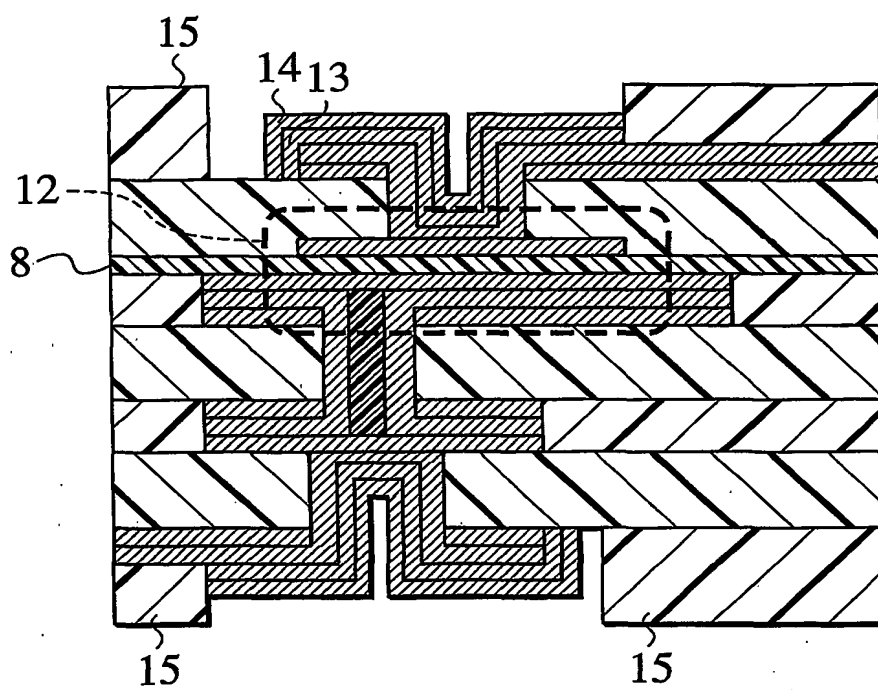
- 30 31. (補正後) 請求項1、3～6、および8～23のいずれかに記



載の多層配線板、または請求項

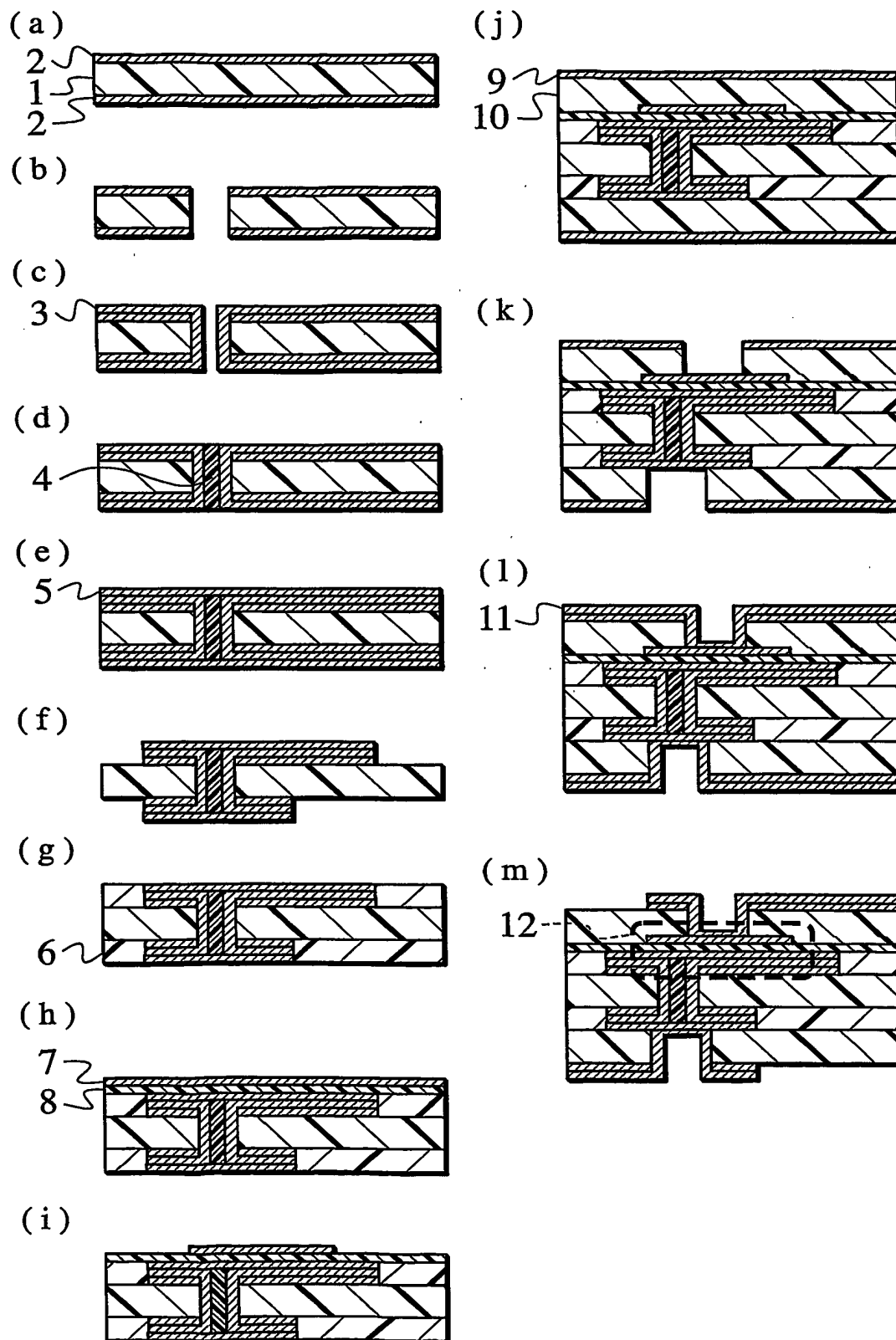
1/7

FIG. 1



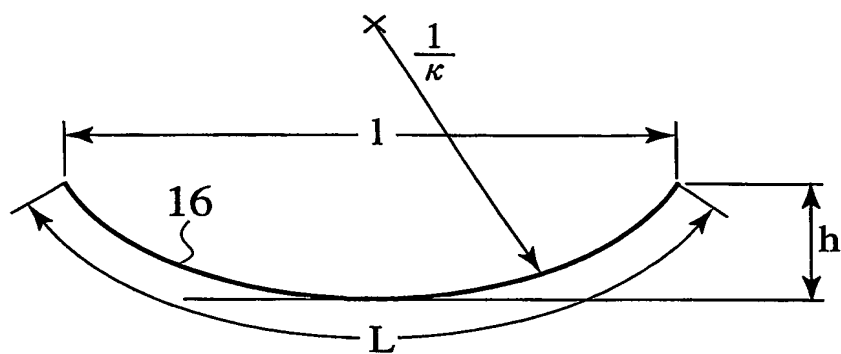
2/7

FIG. 2



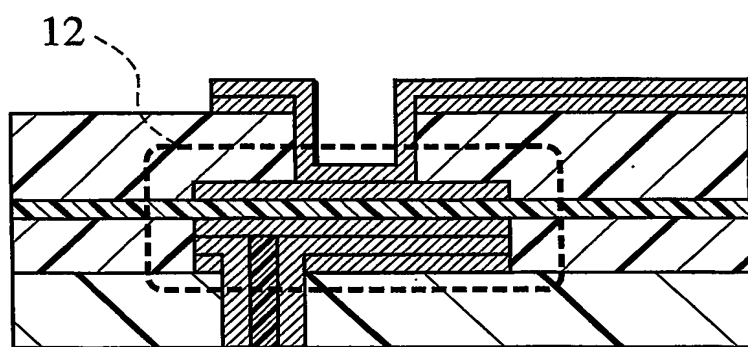
3/7

FIG. 3



4/7

FIG. 4



5/7

FIG. 5

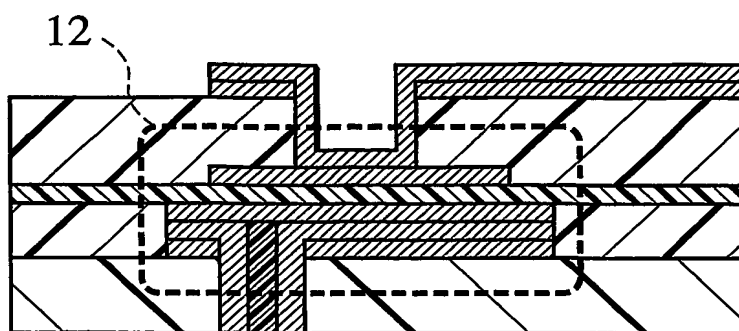


FIG. 6

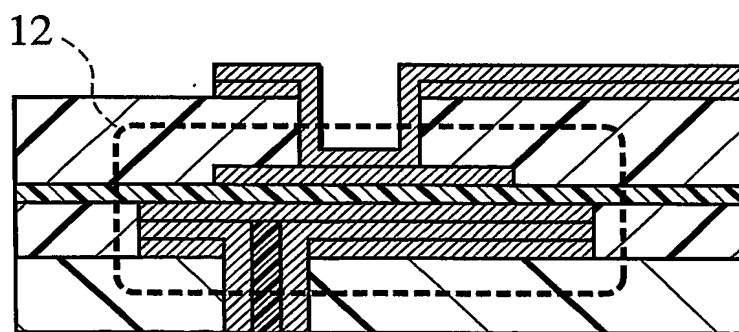
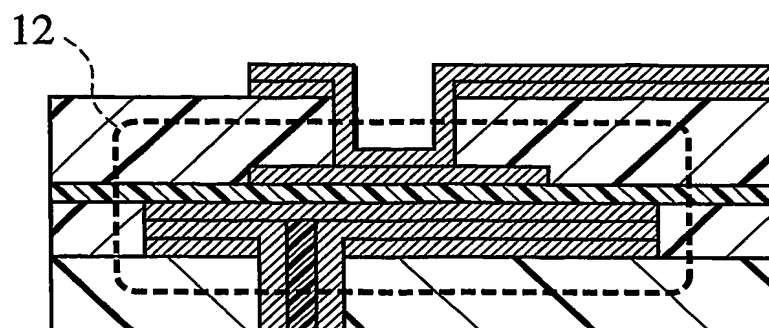


FIG. 7



6/7

FIG. 8

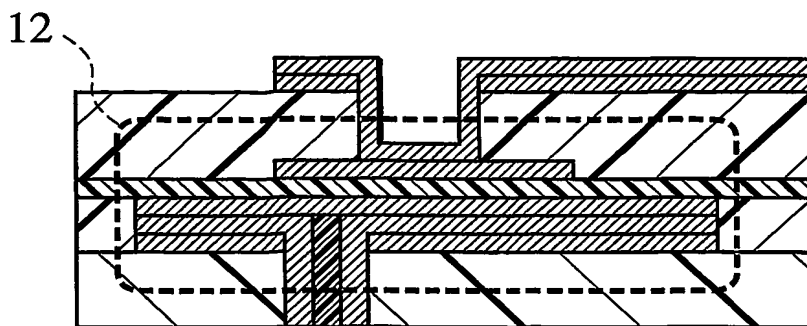


FIG. 9

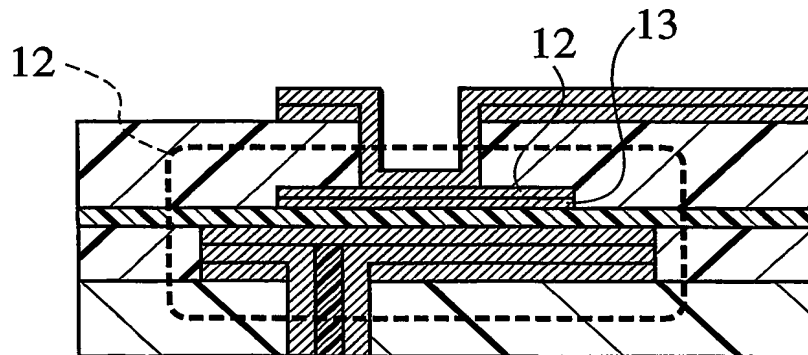
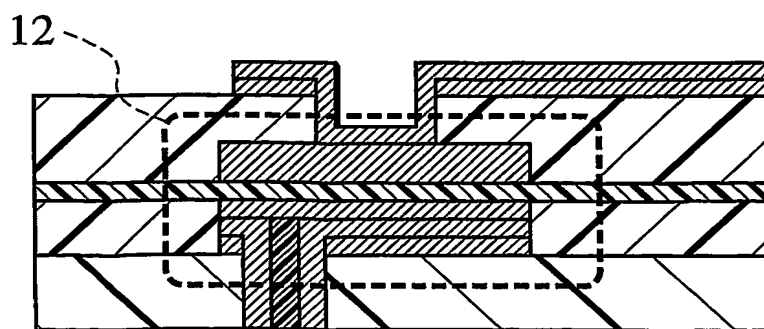


FIG. 10



7/7

FIG. 11

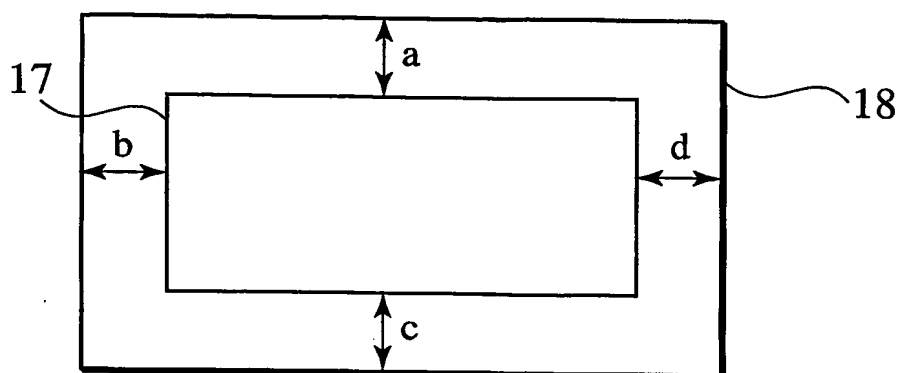


FIG. 12

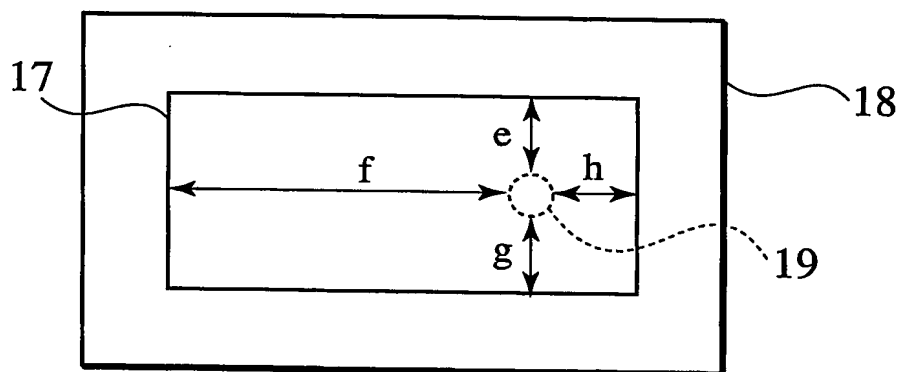
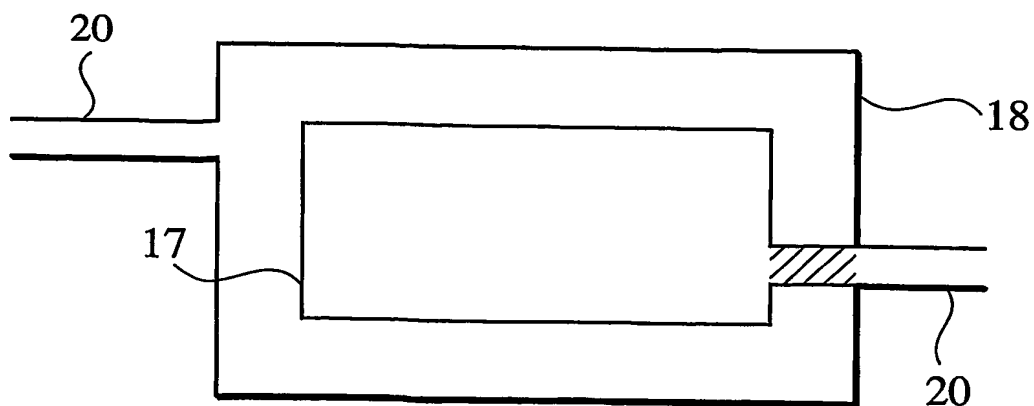


FIG. 13





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/06860

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05K1/16, H05K3/46, H01F17/00, H01G4/40, H01G4/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05K1/16, H05K3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-148746 A (Kyocera Corp.), 06 June, 1997 (06.06.97),	1, 6, 15, 23, 31-32
Y	Full text; Fig. 1 (Family: none)	2-3, 7-9, 10, 11, 12-14, 21, 26-30
X	JP 10-013036 A (Kyocera Corp.), 16 January, 1998 (16.01.98),	1, 6, 10, 16, 19, 22-23, 31-32
Y	Full text; Fig. 1 (Family: none)	2-3, 7-9, 11, 12-15, 17, 21, 26-30

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* "A" Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"Z" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
19 August, 2003 (19.08.03)

Date of mailing of the international search report  
02 September, 2003 (02.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/06860

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-68858 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 16 March, 2001 (16.03.01), Column 9, lines 38 to 43 (Family: none)	1, 4, 15, 19, 23, 24-25, 31-32
Y		2-3, 5, 6-14, 16, 26-30
Y	JP 1-189999 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 31 July, 1989 (31.07.89), Full text; Fig. 1 (Family: none)	12-14, 30
Y	JP 7-183665 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.), 21 July, 1995 (21.07.95), Full text (Family: none)	7-9
Y	US 6265090 B1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.), 24 July, 2001 (24.07.01), Full text & JP 11-353939 A	2-4
Y	JP 6-085462 A (Nihon Cement Co., Ltd.), 25 March, 1994 (25.03.94), Full text (Family: none)	26-30

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05K1/16, H05K3/46, H01F17/00, H01G4/40,  
H01G4/18

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05K1/16, H05K3/46

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-148746 A (京セラ株式会社) 1997.06.06, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1, 6, 15, 23, 31-32
Y		2-3, 7-9, 10, 11, 12-14, 21, 26-30

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.08.03

国際調査報告の発送日

02.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 長屋 陽二郎

3S

8811

電話番号 03-3581-1101 内線 6161

## C (続き) . . . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 10-013036 A (京セラ株式会社) 1998. 01. 16, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1, 6, 10, 16, 19, 22-23, 31-32
Y		2-3, 7-9, 11, 12-15, 17, 21, 26-30
X	J P 2001-68858 A (新光電気工業株式会社) 2001. 03. 16, 第9欄, 第38-43行 (ファミリーなし)	1, 4, 15, 19, 23, 24-25, 31-32
Y		2-3, 5, 6-14, 16, 26-30
Y	J P 1-189999 A (松下電工株式会社) 1989. 07. 31, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	12-14, 30
Y	J P 7-183665 A (株式会社村田製作所) 1995. 07. 21, 全文 (ファミリーなし)	7-9
Y	US 6265090 B1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 2001. 07. 24, 全文 & J P 11-353939 A	2-4
Y	J P 6-085462 A (日本セメント株式会社) 1994. 03. 25, 全文 (ファミリーなし)	26-30